

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-342952

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/09  
G11B 7/004  
G11B 7/135

(21)Application number : 2001-144769

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 15.05.2001

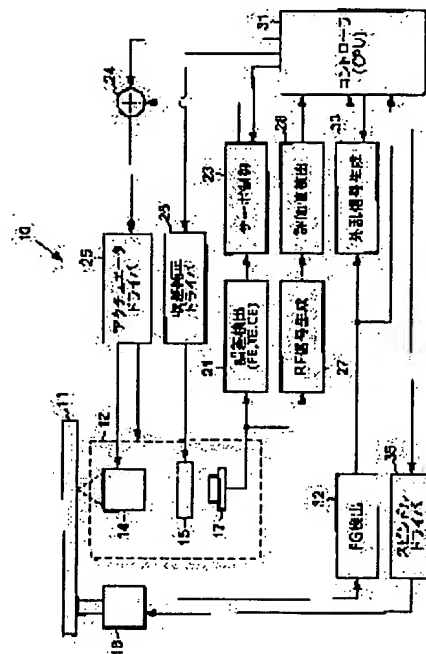
(72)Inventor : TATEISHI KIYOSHI  
TAKAHASHI KAZUO

## (54) OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high performance recording/reproducing device, in which both of focus control and compensation of an aberration can be optimized.

**SOLUTION:** The device is provided with an optical pickup wherein an objective lens for converging light beams with which a recording medium is irradiated, an actuator for driving the objective lens, an aberration compensating element for compensating an aberration generated in reflected light beams and a detector for receiving the reflected light beams from the recording medium to produce a reading signal are included, a servo control part for making focus servo control by driving the actuator, an aberration compensating driver for driving the aberration compensating element to compensate the aberration, an external disturbance signal producing device for producing a focus external disturbance signal making swing the focal position of the objective lens and an aberration compensating external disturbance signal making swing the aberration compensating amounts of the aberration compensating element, a controller for adjusting the focal position and the aberration compensating amount in accordance with the change of the characteristic value of the reading signal when the focus external disturbance signal and the aberration compensating external disturbance signal are applied. The aberration compensating external disturbance signal and the focus external disturbance signal are simultaneously applied while having different periods each other, or these signals are alternately applied.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-342952

(P2002-342952A)

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	チーエーエー(参考)
G 1 1 B	7/09	G 1 1 B	7/09
	7/004		7/004
	7/135		7/135

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-144769(P2001-144769)

(22) 出願日 平成13年5月15日 (2001. 5. 15)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 立石 潔

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 高橋 一雄

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100079119

弁理士 藤村 元彦

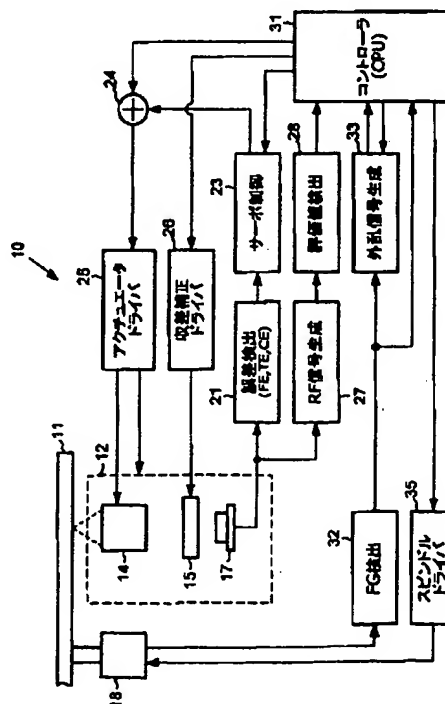
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学式記録再生装置

(57) 【要約】

【目的】 フォーカス制御及び収差補正を共に最適化することが可能な高性能な記録再生装置を提供する。

【解決手段】 記録媒体に照射する光ビームを集光する対物レンズ、対物レンズを駆動するアクチュエータ、反射光ビームに生じた収差を補正するための収差補正素子及び記録媒体からの反射光ビームを受光して読取信号を生成する検出器を含む光ピックアップと、アクチュエータを駆動してフォーカスサーボ制御をなすサーボ制御部と、収差補正素子を駆動して収差補正をなす収差補正ドライバと、対物レンズの焦点位置を揺動せしめるフォーカス外乱信号及び収差補正素子の収差補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する外乱信号生成器と、フォーカス外乱信号及び収差補正外乱信号を印加したときの読取信号の所定の特性値の変化に基づいて焦点位置及び収差補正量を調整するコントローラと、を有する。収差補正外乱信号及びフォーカス外乱信号は互いに異なる周期を有して同時に印加されるか、あるいは、フォーカス外乱信号及び収差補正外乱信号は交互に印加される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に光ビームを照射して情報データの記録及び／又は再生をなす記録再生装置であって、前記光ビームを集光する対物レンズ、前記対物レンズを駆動するアクチュエータ、前記反射光ビームに生じた収差を補正するための収差補正素子及び前記記録媒体からの反射光ビームを受光して読取信号を生成する検出器を含む光ピックアップと、前記アクチュエータを駆動してフォーカスサーボ制御をなすサーボ制御部と、前記収差補正素子を駆動して収差補正をなす収差補正ドライバと、前記対物レンズの焦点位置を揺動せしめるフォーカス外乱信号、及び前記フォーカス外乱信号と異なる周期を有し、前記収差補正素子の収差補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する外乱信号生成器と、前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号を同時に印加したときの前記読取信号の所定の特性値の変化に基づいて前記焦点位置及び前記収差補正量を調整するコントローラと、を有することを特徴とする記録再生装置。

【請求項2】 前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号のうち少なくとも1つは前記記録媒体の所定回転角度に対応した周期を有することを特徴とする請求項1記載の記録再生装置。

【請求項3】 前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号のうち少なくとも1つは前記記録媒体の所定回転数に対応した周期を有することを特徴とする請求項1記載の記録再生装置。

【請求項4】 前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号のうち少なくとも1つは前記記録媒体の所定回転ごとに交互に変化する矩形波信号であることを特徴とする請求項3記載の記録再生装置。

【請求項5】 前記サーボ制御部はさらに前記光ビームのトラッキング位置の制御をなし、前記外乱信号生成器は前記フォーカス外乱信号及び前記フォーカス外乱信号と異なる周期を有するトラッキング外乱信号を生成し、前記コントローラは前記トラッキング外乱信号を前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号と同時に印加したときの前記所定の特性値の変化に基づいて前記焦点位置、前記収差補正量及び前記トラッキング位置を調整することを特徴とする請求項1記載の記録再生装置。

【請求項6】 前記サーボ制御部はさらに前記光ビームのチルト角の補正制御をなし、前記外乱信号生成器は前記フォーカス外乱信号及び前記フォーカス外乱信号と異なる周期を有するチルト補正外乱信号を生成し、前記コントローラは前記チルト補正外乱信号を前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号と同時に印加したときの前記所定の特性値の変化に基づいて前記焦点位置、前記収差補正量及び前記チルト角を調整することを特徴

とする請求項1記載の記録再生装置。

【請求項7】 前記所定の特性値は、信号振幅量、ジッタ量及びエラーレート量のうちのいずれか1を含むことを特徴とする請求項1記載の記録再生装置。

【請求項8】 記録媒体に光ビームを照射して情報データの記録及び／又は再生をなす記録再生装置であって、前記光ビームを集光する対物レンズ、前記対物レンズを駆動するアクチュエータ、前記反射光ビームに生じた収差を補正するための収差補正素子及び前記記録媒体からの反射光ビームを受光して読取信号を生成する検出器を含む光ピックアップと、前記アクチュエータを駆動してフォーカスサーボ制御をなすサーボ制御部と、前記収差補正素子を駆動して収差補正をなす収差補正ドライバと、前記対物レンズの焦点位置を揺動せしめるフォーカス外乱信号及び前記収差補正素子の補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する外乱信号生成器と、前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号を同時にあるいは交互に印加しつつ前記読取信号の所定の特性値を取得し、当該取得した特性値の変化に基づいて前記焦点位置及び前記補正量の各変更値を算出する算出器と、

前記各変更値に応じて前記焦点位置及び前記補正量を同時にあるいは交互に変更せしめ、前記所定の特性値が最適値となるように制御するコントローラと、を有することを特徴とする記録再生装置。

【請求項9】 前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号のうち少なくとも1つは前記記録媒体の所定回転角度に対応した周期を有することを特徴とする請求項8記載の記録再生装置。

【請求項10】 前記フォーカス外乱信号及び前記収差補正外乱信号のうち少なくとも1つは前記記録媒体の所定回転数に対応した周期を有することを特徴とする請求項8記載の記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学式記録媒体の記録再生装置、特に、収差補正及びフォーカスサーボ、トラッキングサーボ等の制御部を有する記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光学的に情報記録又は情報再生が行われる情報記録媒体として、CD (Compact disc)、DVD (Digital Video Disc 又は Digital Versatile Disc) 等の光ディスクが知られており、再生専用の光ディスク、情報を追記録することが可能な追記型光ディスク、情報の消去及び再記録が可能な書き換え型光ディスク等、種類の異なる光ディスクが開発されている。

【0003】また、光ディスクの高密度化と、その高密

度化に対応する光ピックアップ装置及び記録再生装置の研究開発が進められている。この光ディスクの高密度化に対応するため、光ピックアップ装置に備えられている対物レンズの開口数(Numerical Aperture: NA)を大きくすることにより、照射径の小さな光ビームを光ディスクに照射することが考えられている。また、短波長の光ビームを用いることで、高密度化への対応が図られている。

【0004】ところが、対物レンズの開口数NAを大きくしたり、短波長の光ビームを用いると、光ディスクによる光ビームの収差の影響が大きくなり、情報記録及び情報再生の精度を向上させることが困難になるという問題が生じる。例えば、対物レンズの開口数NAを大きくすると、光ディスクに対する光ビームの入射角度範囲が広がるため、入射角度に依存した量である複屈折量の光ディスク端面での分布幅も大きくなる。このため、この複屈折に起因する収差の影響が大きくなるという問題を生じる。また、ディスク記録面を保護するカバー層厚み誤差による収差の影響も大きくなる。

【0005】従来の収差補正装置としては、例えば、特開2000-131603号公報に開示されているものがある。この装置は、高NA対物レンズを有する光学ヘッドにおいて、当該対物レンズの製造誤差により生じた球面収差を正負の2群レンズの間隔を変更することで収差を補正するものである。また、他の従来の収差補正装置としては、特開平10-106012号公報に開示されているものがある。この収差補正装置は光ビームのビーム径を変更せしめるビームエキスパンダを有し、当該ビームエキスパンダを光ビームの光軸に沿って移動せしめて光ディスクによって生じた光ビームの球面収差を補正していた。

【0006】また、上記した収差の影響を低減する他の方法として、従来、収差補正用の液晶素子を備えたピックアップ装置が提案されている。このような収差補正素子としては、例えば、特開平10-269611号公報に開示されているものがある。この収差補正素子は、同心円状に形成された複数の位相調整部を有し、各位相調整部の電極に所定の電圧を印加することによって液晶の配向状態を調節して光ビームに生じた収差を補正するものである。

【0007】良好な記録又は再生動作を行うには、フォーカシング調整及び収差補正を最適化する必要がある。かかるフォーカシング調整及び収差補正を行うには、一般に、光ディスクからの読み取り信号(RF信号)を用いてフォーカスエラー及び光ビームの収差を検出し、これらの大きさに応じて調整及び補正を行う方法がとられる。このようなフォーカス制御の例としては、特開平8-30975号公報に開示されているものがある。

【0008】しかしながら、上記したように、特に高NA対物レンズを用いた場合では、収差補正が最適となる

ように収差補正素子を動作させると、フォーカス調整値が最適値からずれてしまう。あるいは、フォーカス調整値が最適となるように制御すると、収差補正が最適値からずれてしまう。従って、フォーカス制御及び収差補正を共に最適化するのが困難であるという問題があった。換言すれば、パラメータの個別の調整及び補正によっては系全体の最適化が図れないという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、フォーカス制御及び収差補正を共に最適化することが可能な高性能な記録再生装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による記録再生装置は、記録媒体に光ビームを照射して情報データの記録及び／又は再生をなす記録再生装置であって、光ビームを集光する対物レンズ、対物レンズを駆動するアクチュエータ、反射光ビームに生じた収差を補正するための収差補正素子及び記録媒体からの反射光ビームを受光して読取信号を生成する検出器を含む光ピックアップと、アクチュエータを駆動してフォーカスサーボ制御をなすサーボ制御部と、収差補正素子を駆動して収差補正をなす収差補正ドライバと、対物レンズの焦点位置を揺動せしめるフォーカス外乱信号、及びフォーカス外乱信号と異なる周期を有し、収差補正素子の収差補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する外乱信号生成器と、フォーカス外乱信号及び収差補正外乱信号を同時に印加したときの読取信号の所定の特性値の変化に基づいて焦点位置及び収差補正量を調整するコントローラと、を有することを特徴としている。

【0011】本発明による記録再生装置は、記録媒体に光ビームを照射して情報データの記録及び／又は再生をなす記録再生装置であって、光ビームを集光する対物レンズ、対物レンズを駆動するアクチュエータ、反射光ビームに生じた収差を補正するための収差補正素子及び記録媒体からの反射光ビームを受光して読取信号を生成する検出器を含む光ピックアップと、アクチュエータを駆動してフォーカスサーボ制御をなすサーボ制御部と、収差補正素子を駆動して収差補正をなす収差補正ドライバと、対物レンズの焦点位置を揺動せしめるフォーカス外乱信号及び収差補正素子の補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する外乱信号生成器と、フォーカス外乱信号及び収差補正外乱信号を同時にあるいは交互に印加しつつ読取信号の所定の特性値を取得し、当該取得した特性値の変化に基づいて焦点位置及び補正量の各変更値を算出する算出器と、各変更値に応じて焦点位置及び補正量を同時にあるいは交互に変更せしめ、所定の特性値が最適値となるように制御するコントローラと、を有することを特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下の説明に用いられる図において、実質的に等価な構成要素には同一の参照符を付している。

【第1の実施例】図1は、本発明の第1の実施例である記録再生装置10の構成を示すブロック図である。

【0013】光ピックアップ装置12内に設けられたレーザ光源（図示しない）は、例えば、波長 $\lambda=405$ ナノメートル(nm)のレーザ光を発する。レーザ光源から射出された光ビームは平行光ビームにされ、対物レンズ14により集光されて光ディスク11に照射される。照射された光ビームは光ディスク11により反射され、反射光は対物レンズ14で集光され、収差補正ユニット15を経て光検出器17で検出される。また、光ディスク11はスピンドルモータ18により回転駆動される。

【0014】光検出器17により、反射光は電気信号に変換される。当該検出信号は、誤差検出回路21に供給され、フォーカスエラー信号(FE)、トラッキングエラー信号(TE)、チルトエラー信号(CE)等の誤差信号が生成される。これら誤差信号(FE、TE、CE等)はサーボ制御部23に供給され、位相補償等がなされる。サーボ制御部23からの制御信号はサーボ制御部23に供給され、また、外乱信号等は加算器24を経てアクチュエータドライバ25に供給される。アクチュエータドライバ25は、光ピックアップ12に設けられたアクチュエータ（図示しない）に駆動信号を送出し、光ピックアップ12を駆動する。すなわち、サーボ制御部23は、上記誤差信号によりアクチュエータを作動せしめ、対物レンズ14及び光ピックアップ12を駆動することによって、フォーカシング、トラッキング及びチルト制御等のサーボループが形成され、サーボ制御が実行される。

【0015】収差補正ユニット15は、収差補正ドライバ26からの駆動信号により収差補正量を変更され、収差補正が実行される。収差補正ユニット15は、上記したビームエキスパンダを用いたものであるが、液晶素子を備えた収差補正素子等、他の種々のものを用いることができる。光検出器17による検出信号はRF信号生成回路27に供給され、読取RF信号（以下、単に読取信号とも称する）が生成される。評価値検出回路28は、読取RF信号の所定の特性値を後述する評価値として検出する。読取信号は、読取RF信号、ディスク所定位置に設置したプリビット信号、トラッキング案内溝のウォブル信号、トラッキングエラー信号等を含むが、上記評価値としては、これら信号のうちのいずれか1以上の信号の振幅量、ジッタ量、エラーレート量等、種々の特性値を用いることができる。以下においては、読取RF信号のエンベロープ信号振幅（以下、単に振幅ともいう）を用いた場合を例に説明する。

【0016】評価値検出回路28において検出されたエ

ンベロープ振幅は、評価値検出回路28内に設けられたアナログ/デジタル(A/D)変換器（図示しない）によりデジタル値に変換され、コントローラ31に供給される。コントローラ31は、エンベロープ振幅に基づいてサーボ制御部23及び収差補正ドライバ26を制御する。コントローラ31は、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)及びDSP(Digital Signal Processor)を含むデジタル信号処理回路である。また、コントローラ31は、生成したデジタル信号、例えば、収差補正信号及びアクチュエータ駆動信号をそれぞれ収差補正ドライバ26及びアクチュエータドライバ25への供給のためにアナログ信号に変換するデジタル/アナログ(D/A)変換器（図示しない）、及びアナログ信号処理のための回路を有している。

【0017】スピンドルモータ18のスピンドル回転角に対応するFGパルス信号がFGパルス検出回路32において生成され、外乱信号生成回路33及びコントローラ31に供給される。外乱信号生成回路33は、コントローラ31の制御の下、対物レンズの焦点位置、トラッキング位置及びチルト角等を揺動せしめるフォーカス外乱信号、トラッキング外乱信号、又はチルト外乱信号等を生成し、また、収差補正ユニット15の補正量を揺動せしめる収差補正外乱信号を生成する。生成された収差補正外乱信号はコントローラ31に供給され、コントローラ31は、収差補正ドライバ26に送出されるアナログ収差補正信号に当該収差補正外乱信号を印加（重畳）する。また、生成されたフォーカス外乱信号等は加算器24においてサーボ制御部23からのアナログ・アクチュエータ駆動信号に印加（重畳）され、アクチュエータドライバ25に供給される。

【0018】コントローラ31は、光検出器17の検出信号中のプリビット信号やウォブリングされて形成されたトラックグループからのウォブル信号又はFG信号等に基づいてスピンドルドライバ35を制御し、スピンドルモータ18のスピンドル回転速度を調整する。なお、上記したサーボ制御部23は一般的に用いられるものでよい。また、各回路ブロックは、デジタル回路に限らずアナログ回路で構成されてもよい。さらに、コントローラ31は、マイクロプロセッサ(CPU)、個別の回路ブロック、又はソフトウェア、ファームウェア、あるいは、これらの組合せによって実現してもよい。

【0019】次に、上記した記録再生装置10のフォーカス/収差補正の制御動作について図2、図3に示すフローチャートを参照しつつ詳細に説明する。以下においては、収差補正量及びフォーカス位置を含む制御パラメータの最適化を行う動作を「探索」と称する。また、説明の簡便さのため、収差補正及びフォーカス探索を行う場合を例に説明する。

【0020】かかるフォーカス/収差補正探索は、記録再生装置10の記録又は再生動作中において、後述する

評価値を監視しつつ実行される。記録又は再生動作の開始時において、図2に示すように、フォーカスサーボ、トラッキングサーボ、チルトサーボ、スレッドサーボ及びスピンドルサーボ等を含むサーボ制御が開始(ON)される(ステップS11)。次に、多次元でのフォーカス/収差補正探索ルーチン(ステップS12)が実行される。かかる多次元探索の手順を、図3のフローチャートに示す。

【0021】コントローラ31の制御の下、生成されたフォーカス外乱信号(FCS-DIS)が対物レンズ14を駆動するアクチュエータドライバ25に供給され、対物レンズ14の焦点位置が揺動(ウォブリング)される。また、これと並行して収差補正外乱信号(ABR-DIS)が収差補正ドライバ26に供給され、収差補正量が揺動される(ステップS21)。これら外乱信号は、用いられるアクチュエータ、収差補正ユニットの構造及び制御特性に応じて異なる。かかる外乱信号の1例を図4に示す。

【0022】ビームエキスパンダを用いた収差補正ユニットの場合では、比較的低い周波数(ウォブリング周波数)でウォブリングを行うと、後述する感度解析に好都合である。図4に示すように、例えば、光ディスク11の回転周波数に同期した2値の矩形波信号、すなわちDC的なステップ信号が収差補正外乱信号(ABR-DIS)として印加される。より具体的には、光ディスク11の回転数が20-40回転/秒(rot/sec)のとき、ウォブリング周波数はその1/2の10-20Hzとする。感度解析の収差補正解析期間( $T_p$ )は、光ディスク11の2回転に相当し、2回転ごとに収差補正量を変更される。このように解析期間を選択することにより光ディスク11の回転に応じて変動する成分(例えば、ディスクのキズ等の欠陥)の影響を除去することができる。

【0023】フォーカス位置に関しては、フォーカスサーボがクローズした状態で揺動できるため、フォーカスサーボ帯域(例えば、数kHz)以下の比較的高いウォブリング周波数を用いることができる。図4に示すように、フォーカス外乱信号(FCS-DIS)として、例えば、200Hzの正弦波が印加される。前述のように、フォーカス外乱信号(FCS-DIS)は収差補正外乱信号(ABR-DIS)と同時に印加されるが、本実施例においては、フォーカス位置の解析期間( $T_f$ )は収差補正外乱信号(ABR-DIS)が一定である期間内に設定される。なお、一般的には、必ずしも収差補正外乱信号(ABR-DIS)が一定である期間内に解析期間( $T_p$ )を設定する必要はなく、収差補正外乱信号(ABR-DIS)の形状に応じて、感度解析が適切に実行可能な期間に設定することができる。

【0024】また、本実施例においては、常時ウォブリングがなされるため、上記外乱信号(ABR-DIS、FCS-DIS)の振幅が大きいと再生信号に影響を与

え、また、振幅が小さい場合には再生信号のS/Nが低下する。従って、適切な振幅が選ばなければならない。例えば、ビームエキスパンダ振幅が30-40 $\mu$ m、フォーカス位置振幅が0.04-0.05 $\mu$ m程度となるような外乱信号を印加したが、これらの値は限定的ではない。また、このとき、ジッタ量に大きな影響がないことが確認された。

【0025】次に、複数のパラメータを制御し、当該複数のパラメータを含む評価関数を最大(又は最小)とする最適制御がなされる。本実施例において、当該複数のパラメータはフォーカス位置及び収差補正量であり、評価関数はエンベロープ振幅である。現在のパラメータ値におけるパラメータ値の変化量に対する評価関数の変化量を求め(感度解析)、評価関数を増大(又は減少)させる方向にパラメータ値を動かす。

【0026】まず、感度解析がなされる(ステップS22)。より具体的には、上記外乱信号(ABR-DIS、FCS-DIS)の印加に対するエンベロープ振幅(評価値)の変化量が求められる。次に、エンベロープ振幅の変化量に基づいてドライバ25、26を駆動し、フォーカス位置及び収差補正量を変更する(ステップS23)。

【0027】ステップS22~S23の具体的な方法について、図を参照しつつ以下に詳細に説明する。図5は、フォーカス位置及び収差補正量を2つのパラメータとしたときの探索方向を模式的に示している。これらのパラメータに対して同時に感度解析を行い、解析結果に基づいて、これらのパラメータ値を変更する。この場合、各パラメータ値を増加、減少、又は変更しない、の3通りがある。従って、図5に矢印1-8で示すように、8方向探索(両パラメータ値を変更しない場合(0で示す)を含めると9方向探索)となる。以下、この場合の探索を「2次元8方向探索」と称する。このような探索方法を用いた場合、感度解析においてそれぞれのパラメータ外乱に対する評価関数の変化を独立して検出する工夫が必要である。

【0028】収差補正量に関する解析結果及びパラメータ値変更は以下のようになされる。図6を参照すると、収差補正ユニット15の駆動値(DRV)に1回転毎に値(一定)が交互に変化する収差補正外乱(図6において、単にDISと表示する)が印加される。外乱が印加された期間及び印加されなかった期間におけるエンベロープ振幅がそれぞれ積分され、それらの比較結果(CMP)が求められる。振幅積分値が増加(すなわち、CMPがプラス(+))したときには、駆動値(DRV)の変更方向は適切なもので、駆動値は一定量増加される( $\Delta$ DRV)。一方、CMPが減少(すなわち、CMPがマイナス(-))したときには、駆動値(DRV)の変更方向が正しくないもので、駆動値は一定量減じられる。なお、実際の収差補正ユニット15の駆動値(DRV)



は、基準とする時点での駆動値を $DRV_0$ としたとき、 $DRV = DRV_0 + \Delta DRV + DIS$ で表される。また、図6においては、 $DIS$ 及び $\Delta DRV$ の変更量(1ステップ)が同一の場合について示したが、異なってもよい。例えば、 $DIS$ の1ステップを一定とし、CMPの現在値を前回値と比較し、その変化の大きさに応じて $\Delta DRV$ の1ステップを変更するように制御してもよい。また、外乱 $DIS$ の方向(極性)が一定の場合について示したが、例えば、比較結果(CMP)がマイナスとなったときには方向を反転するようにしてもよい。

【0029】他方、フォーカス位置に関する解析結果及びパラメータ値変更は以下のようになされる。図7を参照すると、フォーカス位置に対して評価値であるエンベロープ振幅は、最適点を有する。かかる評価関数は、最適点近傍では感度が小さく、最適点から離れるにつれて感度が大きく、また適正な方向の検知も容易になる。このような点を利用したプロダクト検波により感度解析がなされる。

【0030】図8は、かかる解析方法を模式的に説明するための図であり、図7に示すフォーカス位置が最適点よりもマイナスの点(P点)、プラスの点(P'点)、及び最適点近傍の点における信号を比較して示している。対物レンズ14の駆動値(図8(a)、FCS駆動値)には、正弦波のフォーカス外乱信号が印加されている。この外乱信号に応じてフォーカス位置は揺動され、図8(b)に示すようなエンベロープ振幅が得られる。すなわち、最適点近傍では振幅は大きく、外乱信号による振幅変動は小さい。また、P'点における振幅の揺動は外乱信号と逆位相となっている。エンベロープ振幅信号はバンドパスフィルタ(BPF)により揺動周波数成分(図8(c))が抽出され、ウォブル極性(図8(d))に応じて反転される(図8(e))。次にローパスフィルタ(LPF)により低周波数成分(図8(f))が抽出される。LPFの出力信号の正負及び大きさに基づいてフォーカス駆動量の方向及び大きさを変更される。

【0031】上記したステップS22~S23は、探索が終了であると判別される(ステップS24)まで繰り返し実行され、フォーカス位置及び収差補正量の最適点探索がなされる。図9は、かかる探索において辿るルートを模式的に示す図である。探索開始地点(第1地点:"1")において感度解析がなされ、この解析結果に基づいてフォーカス位置及び収差補正量の両者が増加され、第2地点に到達する。次に、第2地点における同様なステップを経て、フォーカス位置が増加されるとともに収差補正量を減少せしめて第3地点に到達する。同様なステップを繰り返し実行し、最適点"M"に到達する。評価値(エンベロープ振幅)が最適となったか否かの判別(ステップS24)は、例えば、パラメータ値(フォーカス位置及び収差補正量)の変更による評価値の変化が所定値以下になったか否かによって判別するこ

とができる。探索が終了であると判別された場合には、図2のフォーカス/収差補正ルーチンに戻る。

【0032】フォーカス/収差補正ルーチンにおいて、評価値を取得しつつ通常のサーボ制御が実行される(ステップS13)。コントローラ31は、取得した評価値に基づいて多次元探索が必要か否かを判別し(ステップS14)、多次元探索が必要であると判別された場合には、ステップS12に移行して上記した多次元探索が実行される(ステップS13)。多次元探索が必要でないと判別された場合には、制御を続行するか否かが判別される(ステップS15)。制御を続行する場合にはステップS14に移行し、制御を続行しない場合には本ルーチンを抜ける。本実施例によれば、複数のパラメータに対して同時に感度解析及びパラメータ値変更を行うので探索時間が早い。

【0033】以上、説明したように、個別の調整及び補正によっては系全体の最適化が図れないという問題が解決され、フォーカス制御及び収差補正を共に最適化することが可能な記録再生装置を実現できる。

【第2の実施例】図10は、本発明の第2の実施例であるフォーカス/収差補正最適化の探索動作について示すフローチャートである。第1の実施例の場合と同様、説明の簡便さのため、収差補正及びフォーカス探索を行う場合を例に説明する。なお、記録再生装置10の構成は第1の実施例と同様である。

【0034】本実施例においては、フォーカス外乱信号(FCS-DIS)及び収差補正外乱信号(ABR-DIS)は交互に印加され、最適制御がなされる。フォーカス外乱信号(FCS-DIS)が対物レンズ14を駆動するアクチュエータドライバ25に供給され、対物レンズ14の焦点位置が揺動される。図11に示すように、かかるフォーカス外乱信号(FCS-DIS)によって、正弦波状の振幅揺動が感度解析期間( $T_s$ )の間だけ印加されるとともに、この外乱信号の印加によるエンベロープ振幅(評価値)の変化量が取得される(ステップS31)。次に、エンベロープ振幅が増大したか否かが判別され(ステップS32)、増大した場合には、外乱極性が適正であるので、アクチュエータドライバ25を駆動し、フォーカス位置を変更する(ステップS33)。一方、エンベロープ振幅が増大しなかった場合には、フォーカス位置を変更せず、外乱極性を反転する(ステップS34)。

【0035】次に、収差補正外乱信号(ABR-DIS)が収差補正ドライバ26に供給され、収差補正量が揺動される。図11に示すように、かかる収差補正外乱信号(ABR-DIS)は、第1の実施例の場合と同様に光ディスク11の回転周波数に同期した2値の矩形波信号、すなわちDC的なステップ信号である。しかしながら、収差補正の感度解析期間( $T_a$ )は、フォーカス外乱信号(FCS-DIS)が印加されない期間に設け

られ、解析期間 ( $T_p$ ) 内において、ステップ状の外乱信号が印加される。この外乱信号の印加によるエンベロープ振幅 (評価値) の変化量が取得される (ステップ S 35)。次に、エンベロープ振幅が増大したか否かが判別され (ステップ S 36)、増大した場合には、外乱極性が適正であるので、収差補正ドライバ 26 の駆動によってエキスパンダ間隔を変更し、収差補正量を変更する (ステップ S 37)。一方、エンベロープ振幅が増大しなかった場合には、エキスパンダ間隔を変更せず、外乱極性を反転する (ステップ S 38)。

【0036】図 12 は、ステップ S 31～S 38 の手順における探索方向を模式的に示している。フォーカス位置及び収差補正量の各々に対して交互に感度解析を行い、解析結果に基づいて、これらのパラメータ値を交互に変更する。この場合、各パラメータ値を増加、減少、又は変更しない、の 3 通りがある。従って、図 12 に矢印 1-4 で示すように、4 方向探索 (各パラメータ値を変更しない場合 (0 で示す) を含めると 5 方向探索) となる。この場合の探索を「2 次元 4 方向探索」と称する。

【0037】上記したステップ S 31～S 38 は、探索が終了であると判別される (ステップ S 39) まで繰り返し実行され、フォーカス位置及び収差補正量の最適点探索がなされる。図 13 は、かかる探索において辿るルートを模式的に示す図である。探索開始地点 (第 1 地点: "1") においてフォーカス位置に関する感度解析がなされ、この解析結果に基づいてフォーカス位置が増加され、第 2 地点に到達する。次に、第 2 地点において収差補正量に関する感度解析がなされる。この際、収差補正量を増大する極性の外乱が印加され、感度解析において振幅が減少したときには外乱極性が反転され (第 3 地点)、次回の感度解析においては収差補正量を減少せしめる極性の外乱が印加される。従って、この地点において収差補正量は変更されず、フォーカス位置に関する探索に移行する。フォーカス位置に関する感度解析がなされ、この解析結果に基づいてフォーカス位置が増加され、第 4 地点に到達する。次に、第 4 地点においては、前述のように前回と逆極性の収差補正外乱が印加され、解析結果に基づいて収差補正量が減少され、第 5 地点に到達する。同様なステップを繰り返し実行し、最適点 "M" に到達する。

【0038】従来技術においては、フォーカス位置及び収差補正量の何れか 1 のパラメータに関する調整及び補正が終了した後に他方のパラメータに関する調整及び補正が行われる。本実施例においては、フォーカス外乱信号及び収差補正外乱信号は交互に印加され、この際得られた評価値に基づいてフォーカス位置及び収差補正量は交互に変更される。かかる手順を繰り返し実行することによって、複数のパラメータに対して同時並行的に最適化がなされる。複数のパラメータに対して交互に感度解

析を行うので感度解析が容易である。

【0039】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、複数のパラメータを多次元的に最適化することができる。従って、個別の最適化によっては系全体の最適化が図れないという問題が解決され、フォーカス制御及び収差補正を共に最適化することが可能な高性能な記録再生装置を実現できる。なお、上記した実施例においては、記録再生装置 10 の記録又は再生動作中において、評価値を監視しつつ探索を実行する場合を例に説明したが、適切なタイミングで探索を行うようにすることができる。例えば、記録又は再生動作の開始時にのみ探索を実行するようにしてもよいし、評価値にかかわらず常時探索を実行するようにしてもよい。さらに、信号が記録されたトラック間で、あるいは多層ディスクにおける記録層間でフォーカス位置を変更 (フォーカスジャンプ) することによって探索を実行するようにしてもよい。

【0040】上記した探索動作において、感度解析後のフォーカス位置や収差補正量等の駆動量は一定である必要はなく、感度解析により得られた評価値に基づいて適宜変更して探索動作の収束を促進するような手順を採用してもよい。例えば、外乱に対する評価値変動の大きさに応じて駆動量を変更してもよい。また、ディスクの回転に同期した矩形波外乱信号を用いた場合を例に説明したが、種々の形状の外乱信号を用いることができる。また、ディスクの所定回転角度に対応した周期の外乱信号を用いてもよいし、必ずしもディスクの回転に同期している必要もない。

【0041】さらに、評価値としてエンベロープ振幅を用いた場合を例に説明したが、例えば、ジッタ量、エラーレート、変調度など種々の特性値を利用することができる。また、スピンドル回転角に対応する FG パルス信号を利用した場合を例に説明したが、例えば、クロック回路を設けて生成されたクロック信号を利用することもできる。

【0042】さらに、フォーカスサーボ制御以外にトラッキングサーボ、チルトサーボ、スレッドサーボ又はスピンドルサーボ等を含むサーボ制御機構を有した装置にも容易に拡張して、多次元探索が可能である。なお、上記した実施例において示した数値等は例示である。外乱信号の周期、周波数、感度解析期間等は、用いられるディスクの種類、光学エレメント、光学系等に応じて適宜変更してもよい。上記した実施例は、適宜改変して又は組み合わせて適用することができる。

【0043】

【発明の効果】上記したことから明らかなように、本発明によれば、フォーカス制御及び収差補正を共に最適化することが可能な高性能な記録再生装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例である記録再生装置の構成を示すブロック図である。



【図2】フォーカス/収差補正の制御動作手順を示すフローチャートである。

【図3】多次元探索の手順を示すフローチャートである。

【図4】外乱信号の1例であるフォーカス外乱信号(FCS-DIS)及び収差補正外乱信号(ABR-DIS)を示す図である。

【図5】フォーカス位置及び収差補正量をパラメータとしたとき(2次元8方向探索)の探索方向を模式的に示す図である。

【図6】外乱印加に対する感度解析及びパラメータ値変更について説明するための図である。

【図7】フォーカス位置に対する評価値(エンベロープ振幅)の変化及びプロダクト検波について説明するための図である。

【図8】図7に示すエンベロープ振幅に対する解析方法を模式的に説明するための図である。

【図9】本発明の第1の実施例における2次元8方向探索において辿るルートを模式的に示す図である。

【図10】本発明の第2の実施例であるフォーカス/収差補正最適化の探索動作について示すフローチャートである。

\*【図11】本発明の第2の実施例におけるフォーカス外乱信号(FCS-DIS)及び収差補正外乱信号(ABR-DIS)を示す図である。

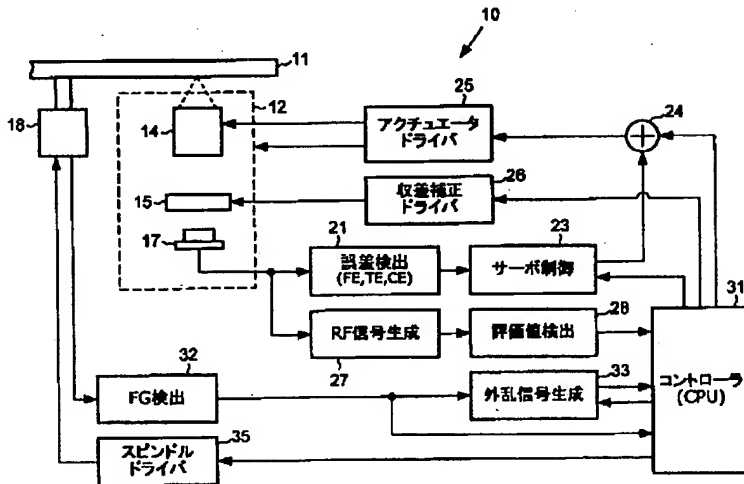
【図12】本発明の第2の実施例における2次元4方向探索の探索方向を模式的に示す図である。

【図13】本発明の第2の実施例における2次元4方向探索において辿るルートを模式的に示す図である。

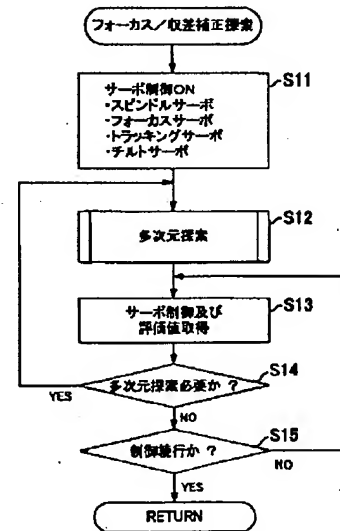
【主要部分の符号の説明】

- 12 光ピックアップ
- 14 対物レンズ
- 15 収差補正ユニット
- 17 光検出器
- 18 スピンドルモータ
- 21 誤差検出回路
- 23 サーボ制御部
- 25 アクチュエータドライバ
- 26 収差補正ドライバ
- 27 RF信号生成回路
- 28 評価値検出回路
- 31 コントローラ
- 32 FGパルス検出回路
- 33 外乱信号生成回路

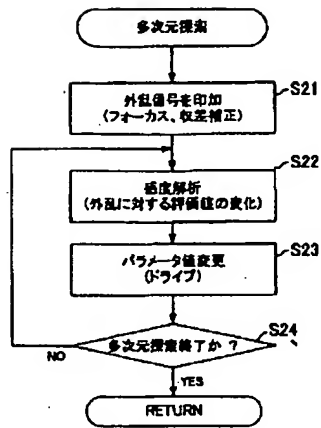
【図1】



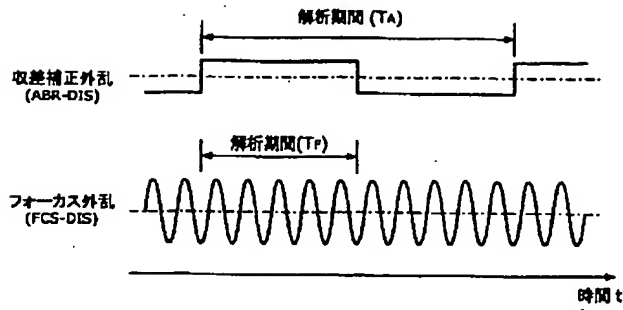
【図2】



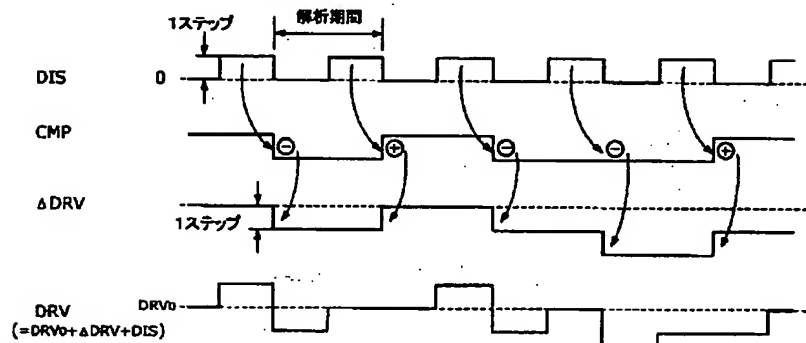
【図3】



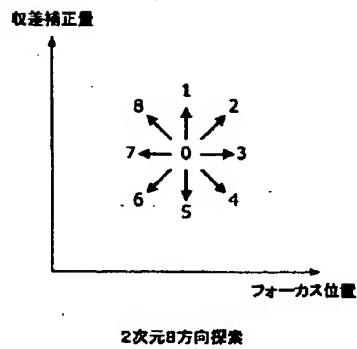
【図4】



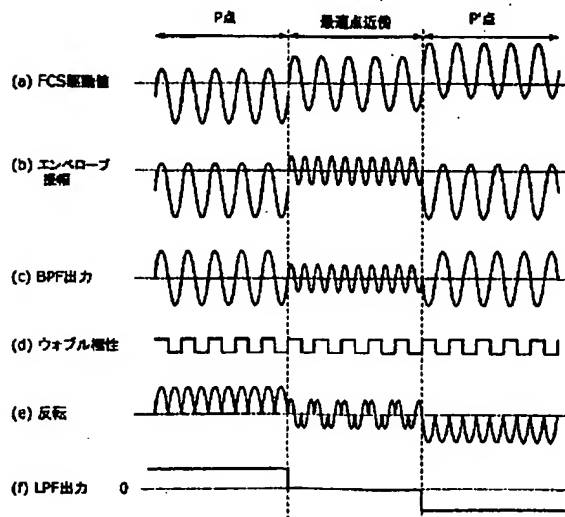
【図6】



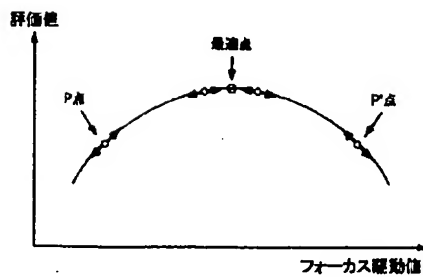
【図5】



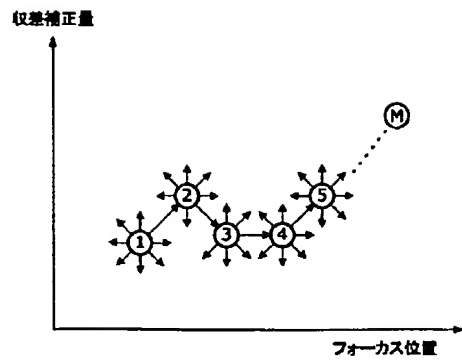
【図8】



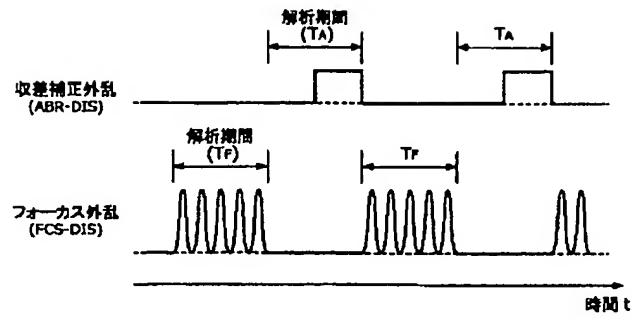
【図7】



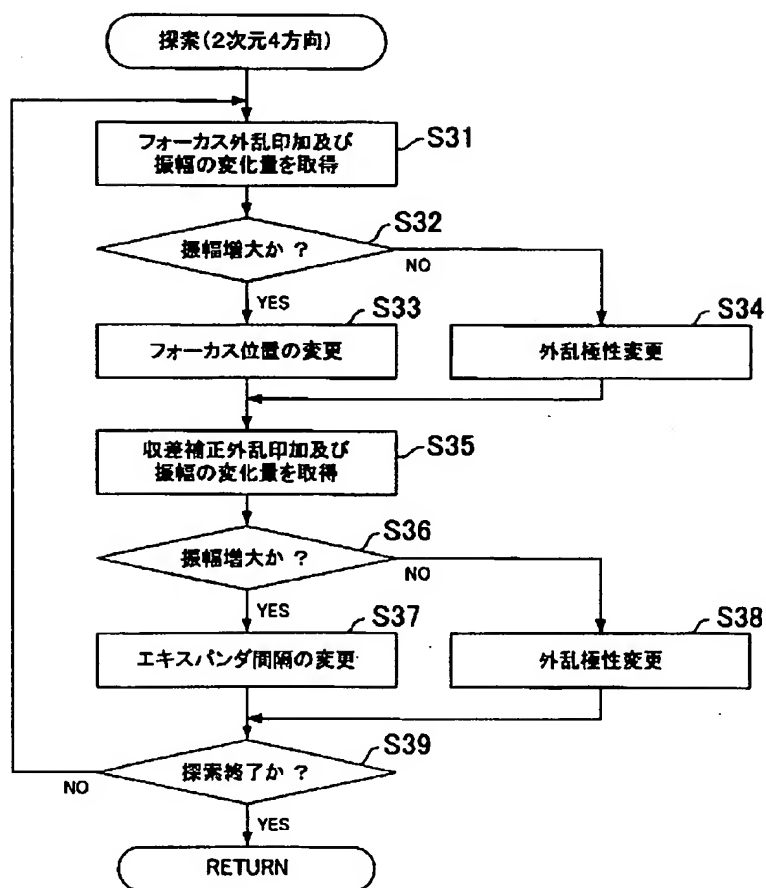
【図9】



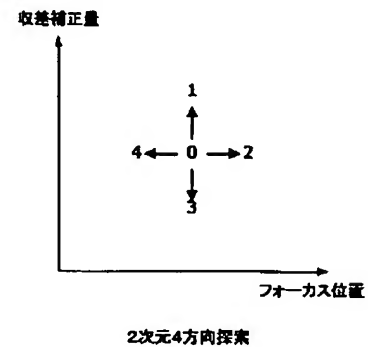
【図11】



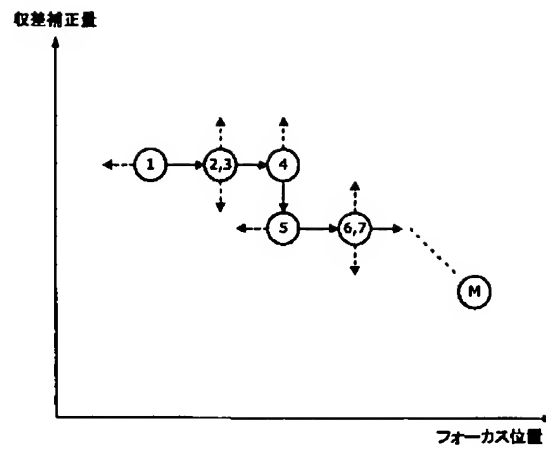
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D090 AA01 CC16 FF02 FF05 JJ01  
 5D118 AA14 BA01 CD02 CD03 CD04  
 5D119 AA09 BA01 EA02 EA03 EC01  
 JA09